

## 佐久間象山の電池調査

小野 昌弘 \*

### 概要

電池は、1800年にイタリアの物理学者アレッサンドロ・ボルタが発明した後に、急速に発展を遂げた。国内では、宇田川榕菴が1837年以降発行した「舎密開宗」に、ボルタの電堆が紹介されている。その後、西欧の各国が日本に来るようになり、様々な機器の電源として持ち込まれている。そのような中、佐久間象山が電気治療機を製作し、その電源として、電池を作っている。今回、その電池の形状について調査し、そのモデルでどの程度の電池になるのかを調査した。

### 1. はじめに

世界で最初の電池は1800年にイタリアの物理学者がボルタが発明したボルタ電池である。ボルタ電池には、溶液に2種類の金属板を差し込んだタイプや、積層タイプのものがあるが、当館には、布を亜鉛板と銅板で挟みこんだ積層タイプのボルタ電池の複製があり、展示に供している(写真1)。

日本では、1830～31年ごろに宇田川榕菴がボルタ電池を作成しており、おそらく国内で作られた最初の



写真1. 当館で所蔵しているボルタ電池模型。  
1999年に製作したものである。

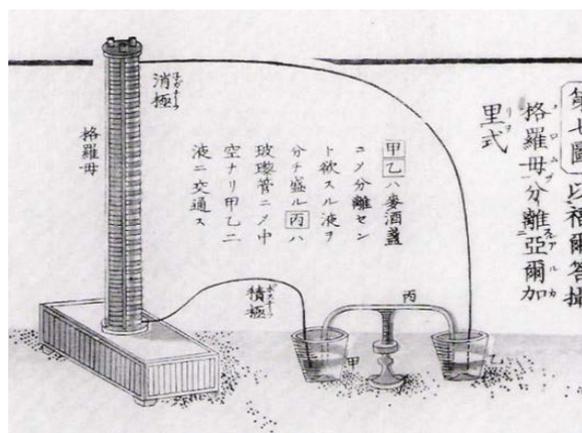


図1. 舎密開宗に記載されているボルタ電池  
ウィキペディアより引用

電池となる(図1)。ただし、この電池は現存していない。

その後、江戸時代末期になる1860年頃に、佐久間象山が電気治療機(写真2)を製作した。この電気治療機の電源は電池であり、この電池が、国内で存在する一番古い電池ではないかと考えられる。なお、電気治療器は、長野市の象山記念館をはじめとして松代小学校、トヨタ博物館、桑名市立博物館などで所蔵されている。

電気治療器の電源は、当時唯一の電源である電池で、手作りのものである。電気治療機については、多くの調査がなされているが、付属の電池については、あまり調査がなされていない。

今回、その電池の状態を実測し、ほぼ同じような状

\*大阪市立科学館企画広報グループ  
ono@sci-museum.jp

態でどのくらいの電圧が発生させられるかを調べた。



写真2. 佐久間象山作「電気治療機」  
左の木製の箱が本体。右側の小さなバケツのようなものが電池。

佐久間象山は、江戸時代後期の松代藩士で兵学者、思想家。科学や工学にも深く関心を持っており、電気治療器の製作以外にも電信実験の実施、大砲の製作を行なっている。

本電気治療機は、病気の治療として利用したもののようで、象山の妻が、コレラに罹患した時に製作した電気治療機を使用したという記録もある。ただし、実施の効用については不明である。

## 2. 佐久間象山の作成した電気治療機の電池

電池の形状は以下のとおりである。

### (1) 容器 高さ 110 mm 径 80mm

銅製の器になっており内側に関しては、銅の色が確認されており、特に加工はされていない。この状態から、この容器は、電池とした際に正極側になるものである(写真3)。



写真3. 容器の内部

外周となる銅板は、一周したところで約7mmの重なりがあり、そこを現在で言う所のリベット状のもので固定している。底板については同じ素材の板をはめ込むような形で取り付けており、こちらについては、特に固定するためのリベット状のものは見当たらない。

さらに、外周同士のつなぎ目、外周板と底板のつなぎ目については、隙間を埋めるための樹脂上の物がついている。特に外周板と底板のつなぎ目にその物質がよく見られた。内部は、銅が経年劣化したような状態であるが、ひどい汚染や破損、変色は見られない

### (2) 亜鉛の板

銅製の容器が正極になるとすれば、負極になる材質は、亜鉛の板が2枚使われている。大きさは、幅 50 mm、高さ 120 mmで、これら亜鉛はの上部は、電解質溶液に浸されていないためなのか、恐らく製作当初の厚みである 6 mmを有していた。

下部では劣化が進み、薄いところでは厚みが 2 mm程になっていた(写真4)。



写真4. 負極側電極 亜鉛

### (3) 電池付属品

本電池の付属品として、以下の物があった。

① 鉛板をはさんで固定するための、金属器具  
高さ約 30 mm 幅約 26 mm(最大値)

② 亜鉛板 2枚をはさむ際に、亜鉛同士が接触しないようするための木の板  
高さ 35 mm 長さ 102 mm 厚み 4 mm

③ 周の銅板に取り付ける金属  
高さ 51 mm 幅 12 mm(最大値)

下部に切込みがあり、その切り込み部分を銅製容器の縁にはめ込み、ネジで固定するもの。

亜鉛板は、写真4のように木の板をはさんで2枚が取り付けられており、それが銅製容器の中に納まる形になっている。容器には、さらに電解質溶液を入れことで銅と亜鉛の間での電子の移動が起こり、電池となる。この形状は、ボルタ電池の変形型と認められる。

電流の取り出し方は、正極となる銅製容器の縁に金属製の留具(3-③)を取り付け、その留め金上部に電気治療機から配される電線を取り付ける。

また、負極は、2枚の亜鉛板を挟み込んだ金属製器具(3-①)に同じく電気治療機側から配される電線を取り付ける。電気治療機の内部には、コイルが入れられており、電気治療機の上部にあるスイッチ状のものを接触させることで起電力を発生させられる。

### 3. 確認実験

佐久間象山の電池の形状や材質などが理解できたことから、それを真似て作り、どの程度の電圧を発生させることができたかを調べた。

#### (1) 準備物

- ・銅製の容器(H120 mm×直径 85 mm)(写真 5)
- ・亜鉛板 2枚(H150 mm×W70 mm×D0.5 mm)
- ・0.1、0.5、1mol/l 食塩水
- ・0.1、0.5、1mol/l 塩酸

#### (2) 実験

- ①薄い木の板を亜鉛板2枚ではさみ、クリップで固定する(写真5)。
- ②銅製容器に食塩水または、塩酸 200ml を入れる。
- ③②の容器に亜鉛板を挿入し、テスターにて電圧を測定する(写真6)



写真5. 亜鉛板の固定

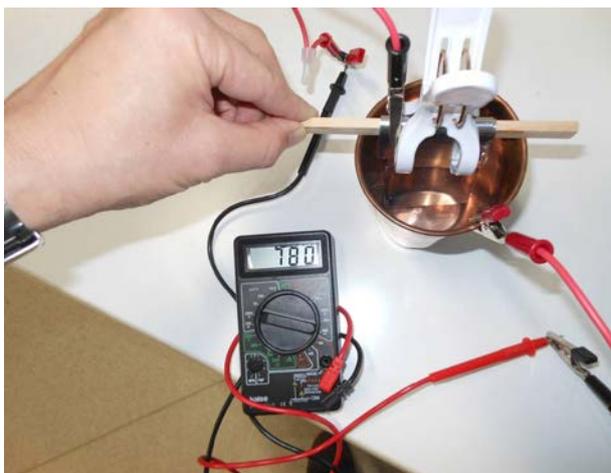


写真7. 電圧測定

## 4. 結果

### ◆ 食塩水

|           |       |       |       |
|-----------|-------|-------|-------|
| 濃度(mol/l) | 0.1   | 0.5   | 1     |
| 電圧        | 0.760 | 0.761 | 0.781 |

実験中の銅、亜鉛の表面には大きな変化は見られない。

食塩については、食塩水の濃度が濃くなると若干高くなるが、それほど大きく電圧が変化するわけではなかった。

### ◆ 塩酸

|           |       |       |       |
|-----------|-------|-------|-------|
| 濃度(mol/l) | 0.1   | 0.5   | 1     |
| 電圧 (V)    | 0.752 | 0.771 | 0.742 |

実験中の亜鉛板からは、気泡が発生する。濃度が濃くなるにつれて、気泡の発生量が激しくなり、1 mol/l の場合は、塩酸の刺激を感じるほどに激しく気泡を放つ。

電圧については、0.5mol/l から1 mol/l になったところで電圧が低下している。

## 5. 結果考察

ボルタ電池は、2種類の金属と塩水などのような電気を通すことのできる電解質溶液との組み合わせで作ることができる。

銅と亜鉛を利用した電池の場合、亜鉛が酸化されることにより理論上約 0.763V の電圧を発生することができる。

今回の実験でも濃度による発生電圧の差はあまり認められず、また、使用する電解質溶液の種類の違いがあっても発生した電圧は0.76V前後で、ほぼ理論値通りの結果となった。

よって、佐久間象山の製作した電池も、ほぼこの理

論値通りの電圧が発生できたものと考えられる。

佐久間象山の作った電気治療器の内部には手巻きのトランスが組み込まれており、このトランスの作用によって、昇圧させ、弱かった起電力でも電気のしびれを感じさせることができたものと思われる。

なお、今回の実験では塩酸においては、薄い濃度でも、銅側だけでなく亜鉛板からも気泡が発生し、濃度が濃くなるにつれてその量が激しくなった。塩酸と亜鉛の反応が激しくなることで、発生する電圧も高くなりそうだが、発生した気泡により、電解液と亜鉛の接触が少なくなり、電圧の発生が弱くなったものと考えられる。

なお、この発生している気泡は、水素である。

## 6. 今後の課題

### 1. 電圧の時間変化の確認

今回は、電圧を確認するために 10 数秒しか電圧測定をしていない。時間を追うごと

に本電池でどのような電圧変化が起こるかを確認したい。

### 2. 他の電解質溶液での反応

佐久間象山は、別のタイプの電池を作っている記録があるが、そこでは、薄い硫酸(約1mol/l)を使っている。その時の象山の実験は、失敗しているようだが、本電池で行った場合、どのような変化が起こるかを確認したい。

3. 象山の作成した電池以外にも、当時どのような電池が作られていたのかを調査する。